

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11)特許出願公告番号

特公平8-8220

(24) (44)公告日 平成8年(1996)1月29日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/22	5 1 1 G			
21/205				
21/22	5 1 1 Q			
21/31	E			

請求項の数9 (全 24 頁)

(21)出願番号	特願昭63-221859	(71)出願人	999999999 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
(22)出願日	昭和63年(1988)9月5日	(72)発明者	平沢 茂樹 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
(65)公開番号	特開平2-69932	(72)発明者	島居 卓爾 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
(43)公開日	平成2年(1990)3月8日	(72)発明者	小松 利広 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
		(74)代理人	弁理士 鶴沼 辰之
		審査官	今井 淳一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体ウェハの熱処理装置、及び熱処理方法

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウェハを収納して熱処理する装置であって、前記加熱空間が1ないし複数設けられ、該加熱空間の下方に前記半導体ウェハの挿入出入口を有し、前記加熱空間に収納された半導体ウェハの各部に対応して前記ヒータが複数の発熱部に分割され、前記半導体ウェハを2枚同時に支持して前記加熱空間に導入し取出す支持手段が設けられている半導体ウェハの熱処理装置において、

前記支持手段は、前記2枚の半導体ウェハを略鉛直方向に平行に支持し、前記2枚の半導体ウェハの間に仕切板を設けたものであることを特徴とする半導体ウェハの熱処理装置。

【請求項2】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に

2

加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウェハを収納して熱処理する装置であって、前記加熱空間が1ないし複数設けられ、該加熱空間の下方に前記半導体ウェハの挿入出入口を有し、前記加熱空間に収納された半導体ウェハの各部に対応して前記ヒータが複数の発熱部に分割され、前記半導体ウェハを2枚同時に支持して前記加熱空間に導入し取出す支持手段が設けられている半導体ウェハの熱処理装置において、

前記支持手段は、前記2枚の半導体ウェハを略鉛直方向に平行に支持し、前記2枚の半導体ウェハの間に仕切板を設け、前記仕切板は、前記半導体ウェハの外周部近傍に沿って肉厚部を有する円板状のものであることを特徴とする半導体ウェハの熱処理装置。

【請求項3】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウェハを収納し

て熱処理する装置であって、前記加熱空間が1ないし複数設けられ、該加熱空間の下方に前記半導体ウエハの挿入出入口を有し、前記加熱空間に収納された半導体ウエハの各部に対応して前記ヒータが複数の発熱部に分割され、前記半導体ウエハを1枚又は2枚同時に支持して前記加熱空間に導入し取出す支持手段が設けられている半導体ウエハの熱処理装置において、前記支持手段は、前記1枚又は2枚の半導体ウエハを鉛直方向から少し傾斜して支持するものであることを特徴とする半導体ウエハの熱処理装置。

【請求項4】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する装置であって、前記加熱空間が1ないし複数設けられ、該加熱空間の下方に前記半導体ウエハの挿入出入口を有し、前記加熱空間に収納された半導体ウエハの各部に対応して前記ヒータが複数の発熱部に分割され、前記半導体ウエハを2枚同時に支持して前記加熱空間に導入し取出す支持手段が設けられ、前記支持手段は、前記半導体ウエハの外周部近傍にリングを設けたものである半導体ウエハの熱処理装置において、前記リングは、帯板を丸めた構造であり、該帯板の幅が前記2枚の半導体ウエハの間隔より大きく、該2枚のウエハに挟まれた内側部を遮蔽する位置に設けられたものであることを特徴とする半導体ウエハの熱処理装置。

【請求項5】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理装置において、前記半導体ウエハを連続的に前記加熱空間に供給し該加熱空間から取出す移動手段と、該移動手段による供給回ごとに該ウエハの収納直前における該加熱空間の温度を測定する測定手段と、該測定手段による測定値に基づいて前記ヒータの発熱温度を修正する修正手段とを具備したことを特徴とする半導体ウエハの熱処理装置。

【請求項6】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理装置において、前記半導体ウエハを連続的に前記加熱空間に供給し該加熱空間から取出す移動手段と、該移動手段によって該ウエハを取出す直前の該ウエハの表面温度を測定する測定手段と、該測定手段による測定値に基づいて前記ヒータの発熱温度を修正する修正手段とを具備したことを特徴とする半導体ウエハの熱処理装置。

【請求項7】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理装置において、前記熱処理時の半導体ウエハの表面温度を測定する測定手段と、該測定手段による測定値に基づいて、前記加熱空間にウエハが供給されてからの熱処理時間を計算する計算手段と、該計算手段による計算値に基づいて、該ウエハを該加熱空間から取出す移動制御手段とを具備した

ことを特徴とする半導体ウエハの熱処理装置。

【請求項8】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理方法において、前記半導体ウエハを所定の温度に管理される加熱空間に供給して熱処理するときに、該半導体ウエハを挿入する直前の時刻における前記加熱空間の温度を測定し、前記測定温度を用いてほぼ同時にヒータの温度制御値を修正することを特徴とする半導体ウエハの熱処理方法。

10 【請求項9】高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理方法において、前記半導体ウエハを所定の温度に管理される加熱空間に供給して熱処理するときに、該半導体ウエハを挿入する直前の時刻における前記加熱空間の温度を測定し、前記測定温度を用いてほぼ同時にヒータの温度制御値を修正し、前記半導体ウエハの供給が中断したときには、前記ヒータの温度制御値を所定値に戻すことを特徴とする半導体ウエハの熱処理方法。

20 【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は拡散装置、気相薄膜形成装置(CVD装置)などの半導体ウエハの熱処理装置に係り、特に2枚のウエハを同時に均一に短時間熱処理するのに好適な熱処理装置及び熱処理方法に関する。

【従来の技術】

従来の装置又は方法は、

(a) 特開昭60-171723号に記載のように、縦形の円筒形状高温炉の下方を開放し、下方から水平に支持したウエハを1枚ごとに高温炉内に挿入し、ウエハを加熱する構造となっていた。

(b) また、特開昭56-61132号に記載のように、横形の高温炉において反応管を高温炉の外に横に長く延ばした構造となっていた。

(c) また、特開昭60-88432号に記載のように1枚のウエハをランプ加熱する際にウエハを円板に乗せる構造となっていた。

(d) また、実開昭60-156744号に記載のように、並列した多数のウエハに円板又はリング状板を近接して設け、円板またはリング状板とウエハを同時に横形の高温炉に挿入する構造となっていた。

(e) また、特開昭60-727号に記載のように、ランプ加熱装置において熱処理中のウエハ温度を測定し、その結果に基づきランプ加熱量を制御するようになっていた。

(f) また、特開昭60-186025号に記載のように、ウエハを熱処理室に導入および排出する際のガス供給量を加熱時の供給量より多くするようになっていた。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら上記第1の従来技術(a)は、ウエハ2

枚を同時に短時間均一加熱する点について配慮がされておらず、1枚ごとの加熱では生産性が悪く、仮にウエハ2枚を同時に加熱した場合には、ウエハごとの温度差及びウエハ面内の温度差が非常に大きくなる問題があり、さらに短時間加熱した後、高温のウエハを急速に外部に取り出す場合には、高温のウエハが外気に直接さらされウエハが汚染されてしまうという問題があった。

上記第2の従来技術(b)は、加熱時と冷却時におけるウエハごとの加熱速度と冷却速度の差について配慮がされておらず、多数積層されたウエハをヒータ内に挿入した時、両端のウエハは表面から加熱され中央のウエハは外周から加熱されるためウエハごと及びウエハ面内ごとに加熱速度が異なり、またヒータ外に取り出して冷却する時、ヒータから遠いウエハから順番に冷えてゆくこととなり、ウエハごとに冷却速度に差が生じるという問題があった。さらに反応管の一端を開放すると対流によって外気が反応管の内部に侵入しゴミや不純物が付着するという問題があった。

上記第3の従来技術(c)はウエハを円板に直接接触させるものであり、ウエハを治具に乗せたり取り外すのが困難であるという問題があった。

また、上記第4の従来技術(d)は、多数のウエハを並列にして高温炉に挿入するため、両端以外のウエハは外周方向から中心に向かって加熱されるだけであり、円板あるいはリング状板を近接してもウエハ面内の温度分布を完全になくすることは不可能であった。

また上記第5の従来技術(e)は、ランプ加熱のように発熱量を変えてからウエハ温度が変化するまでの応答速度が速いものについては効果あるが、電気ヒータ加熱のように、ヒータ熱容量が大きく、発熱量を変えてからウエハ温度が変化するまでの応答時間が加熱時間と同程度まで遅いものについては効果が十分でないという問題があった。一方、ランプ加熱は電気ヒータ加熱より消費電力が非常に大きいという問題があった。

また上記第6の従来技術(f)は、ウエハを取出す時にガス供給量を多くするものだが、後述のように挿入出口を下方に有する縦形の高温炉を用いた場合、このようにすると逆に外気混入量が増加するという問題があった。

本発明の目的は、連続的に半導体ウエハの均一短時間加熱を可能とし、また外気にさらすことなく急速な均一冷却を可能とし、ウエハに熱応力欠陥が発生しないなど、高品質、高効率の熱処理が可能な半導体の熱処理装置を提供することである。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明の熱処理装置は、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する装置であって、前記加熱空間が1ないし複数設けられ、該加熱空間の下方に前記半導体ウエハの挿入取出口を有

し、前記加熱空間に収納された半導体ウエハの各部に対応して前記ヒータが複数の発熱部に分割され、前記半導体ウエハを2枚同時に支持して前記加熱空間に導入し取出す支持手段が設けられている半導体ウエハの熱処理装置において、前記支持手段は、前記2枚の半導体ウエハを略鉛直方向に平行に支持し、前記2枚の半導体ウエハの間に仕切板を設けたものであることを特徴とするものである。

また、前記仕切板は、前記半導体ウエハの外周部近傍に沿って肉厚部を有する円板状のものである。

また、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する装置であって、前記加熱空間が1ないし複数設けられ、該加熱空間の下方に前記半導体ウエハの挿入取出口を有し、前記加熱空間に収納された半導体ウエハの各部に対応して前記ヒータが複数の発熱部に分割され、前記半導体ウエハを1枚又は2枚同時に支持して前記加熱空間に導入し取出す支持手段が設けられている半導体ウエハの熱処理装置において、前記支持手段は、前記1枚又は2枚の半導体ウエハを鉛直方向から少し傾斜して支持するものであることを特徴とするものである。

また、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する装置であって、前記加熱空間が1ないし複数設けられ、該加熱空間の下方に前記半導体ウエハの挿入取出口を有し、前記加熱空間に収納された半導体ウエハの各部に対応して前記ヒータが複数の発熱部に分割され、前記半導体ウエハを2枚同時に支持して前記加熱空間に導入し取出す支持手段が設けられ、前記支持手段は、前記半導体ウエハの外周部近傍にリングを設けたものである半導体ウエハの熱処理装置において、前記リングは、帯板を丸めた構造であり、該帯板の幅が前記2枚の半導体ウエハの間隔より大きく、該2枚のウエハに挟まれた内側部を遮蔽する位置に設けられたものであることを特徴とするものである。

また、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理装置において、前記半導体ウエハを連続的に前記加熱空間に供給し該加熱空間から取出す移動手段と、該移動手段による供給回ごとに該ウエハの収納直前における該加熱空間の温度を測定する測定手段と、該測定手段による測定値に基づいて前記ヒータの発熱温度を修正する修正手段とを具備したことを特徴とするものである。

また、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理装置において、前記半導体ウエハを連続的に前記加熱空間に供給し該加熱空間から取出す移動手段と、該移動手段によって該ウエハを取出す直前の該ウエハの表面温度を測定する測定手段と、

該測定手段による測定値に基づいて前記ヒータの発熱温度を修正する修正手段とを具備したことを特徴とするものである。

また、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理装置において、前記熱処理時の半導体ウエハの表面温度を測定する測定手段と、該測定手段による測定値に基づいて、前記加熱空間にウエハが供給されてからの熱処理時間を計算する計算手段と、該計算手段による計算値に基づいて、該ウエハを該加熱空間から取出す移動制御手段とを具備したことを特徴とするものである。

また、本発明の半導体ウエハの熱処理方法は、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理方法において、前記半導体ウエハを所定の温度に管理される加熱空間に供給して熱処理するときに、該半導体ウエハを挿入する直前の時刻における前記加熱空間の温度を測定し、前記測定温度を用いてほぼ同時にヒータの温度制御値を修正することを特徴とする。

また、高温炉内部に設けたヒータによって炉内に加熱空間を形成し、該加熱空間に半導体ウエハを収納して熱処理する半導体ウエハの熱処理方法において、前記半導体ウエハを所定の温度に管理される加熱空間に供給して熱処理するときに、該半導体ウエハを挿入する直前の時刻における前記加熱空間の温度を測定し、前記測定温度を用いてほぼ同時にヒータの温度制御値を修正し、前記半導体ウエハの供給が中断したときには、前記ヒータの温度制御値を所定値に戻すことを特徴とする。

〔作用〕

上記構成によれば、1ないし2枚の半導体ウエハを同時に下方より挿入取出しができ、ウエハ表面の領域に応じてヒータの加熱が可能であり、連続的に供給する半導体ウエハの全面にわたる温度分布低減による熱応力欠陥発生防止、均一短時間加熱が可能となり、しかも外気の侵入を防ぐことができる。また、ウエハ2枚を同時に支持して収納し、加熱空間温度あるいはウエハ表面温度によるヒータ発熱制御が可能となるばかりか、ウエハの連続供給の供給回あるいは取出しごとの温度制御が可能となり、更に熱処理時間のタイミング制御が可能となる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例を第1図から第13図により説明する。

第1図は本発明を適用した拡散装置の全体構成図である。第2図、第3図は高温炉2の縦断面図と制御系である。高温炉2は直方体形状をしており、複数の発熱区域に分割された左右2枚の平板状ヒータ4a, 4b, 4c（カンタル製抵抗発熱体をつづら折り状にしてアルミナ断熱材に埋め込んだものなど）の周囲に断熱材6が設けられており、ヒータの内側には均熱管8（シリコンカーバイト製

など）と反応管10（石英ガラス製など）が設けられており、それがフランジ12（ステンレス製など）に支持されて高温炉2を構成している。

高温炉2の下方から反応管10の内側にウエハ挿入治具14に乗せられて2枚のウエハ16がほとんど鉛直の状態に挿入される。反応管10の下部18は高温炉2より下方に延びており、冷却器20（内部に冷却流体を流した板など）に囲まれている。

第4図はウエハ挿入治具の外観図である。第5図は第4図に示したウエハ挿入治具の縦断面図である。

ウエハ挿入治具14は2枚のウエハ間に入れる円板22、円板22及びウエハ16を乗せるための溝24を有する先端部26、薄肉のパイプ状の支柱28、上下搬送台30に取り付けるためのフランジ32から構成されている。円板22は下部を除いて周辺部34の厚さが中央部36より厚くなっており、直径がウエハ16の直径に等しい。先端部26は薄板で形成され、溝24を有する部分が丸棒になっている。支柱28の下方に通気穴38を有し、他は密閉構造となっている。

ウエハ挿入治具14は石英ガラス、ポリシリコン、シリコンカーバイドなどで製作する。円板22と支柱部28は別材質の場合もある。さらに石英ガラス材にポリシリコン膜、窒化シリコン膜等をコーティングした複合材料の場合もある。

ウエハ挿入治具14の代表的寸法を次に示す。直径150mm、厚さ0.6mmのウエハ2枚を熱処理を行う場合、円板22の外径は150mm、中央部36の厚さは1mm、周辺部34の厚さは2mmで周辺から幅8mmが厚肉部となっている。ウエハと円板厚肉部とのすきまは2.5mmとする。溝24を有する治具先端は直径5mmの丸棒、溝24のうちウエハを乗せる溝の幅は0.7mm、深さは2.5mm、溝のコナ部には丸みを有し、先端部26の板材と支柱28のパイプの肉厚は1.5mmとする。

2枚のウエハ16と円板22は鉛直状態から5度傾斜し、それらが乗せられた時に平行となるように溝24の加工がなされている。ウエハを傾斜させる理由は挿入治具14を上下に移動する時にウエハが前後に振動するのを防止するためである。傾斜がわずかであるので傾斜していても高温炉内の加熱や冷却域での冷却において2枚のウエハの伝達特性はほとんど差がない。

上下搬送台30はボールネジ等が内蔵された上下駆動機構40に取り付けられている。主コントローラ42から上下駆動機構40に制御信号が与えられる。複数に分割されたヒータ4a, 4b, 4cごとに発熱部温度測定センサ44a, 44b, 44cが挿入されており、PIDサイリスタ制御方式のヒータ温度調整器46a, 46b, 46c、ヒータ電源48a, 48b, 48cにより各ゾーンごとの発熱部温度が与えられた設定温度に近づくように発熱量が制御される。

反応管10と均熱管8との間のウエハ挿入位置に熱処理室内温度センサ50が挿入されており、熱処理室温度コ

ントローラ52につながれており、熱処理室温度コントローラ52の内部にて後述の演算処理を行いヒータ温度調節器46a,46b,46cに対し設定温度の値を与える。熱処理室温度コントローラ52は主コントローラ42からウエハ挿入開始などの状態信号を受けている。

第6図は第2図に直角方向の断面における高温炉の縦断面図と制御系である。第7図は反応管10の外観図である。反応管の内部には拡散装置の使用目的に応じて窒素、アルゴン、酸素、水蒸気などのガスが予熱されて供給され、上から下に向かって流れている。反応管10の左右にはガス供給54a,54bがあり、ガス56から供給されるガスが、小流量配管系58と制御バルブ60又は大流量配管系62と制御バルブ64のいずれかを通して、ガス供給管54a,54bに導びかれガス供給管内に反応管10の外側を上昇する間にガスが予熱され、反応管10の上部にて反応管10の内側にガスを導入している。制御バルブ60,64は主コントローラ42からの信号によって開閉され、ガス流量を大小に切り換えられる。

第8図はヒータの分割を示す高温炉2の透視図である。ヒータは2枚の平行平板からなっており、各々が5つの領域4a~4jに分割されている。表裏の対称性、左右の対称性から発熱量は中央(4bと4q)、上方(4aと4f)、下方(4cと4h)、側方(4d,4e,4i,4j)の4つが独立に制御される。

ヒータ温度調節器46、ヒータ電源48、発熱部温度測定センサ44も4系統になっている。表裏あるいは左右の対称性を保つため、表裏及び左右のヒータ分割領域は常に同一発熱量となるように調整する。

ヒータ製作時に対称位置のゾーンの抵抗値が少しばらつくことがあるが、これについては外部の配線系に調整用の抵抗を取り付けることにより調整する。

第9図は熱処理室温度コントローラ52の内部における演算処理の流れ図である。中央の領域のヒータ4b,4qに関して、ウエハ挿入回数*i*回目のヒータ温度調節器の設定温度を H_i 、それ以前の設定温度を H_{i-1} 、ウエハ挿入なしの定常状態の設定温度を H_0 、定常状態の熱処理室内部温度を w_0 、ウエハ挿入回数*i*回目の挿入直前における熱処理室内部温度を w_i 、2回目の挿入直前における熱処理室内部温度を w_2 とする。

第9図において、①ヒータを立ち上げた時に主コントローラ H_0, w_0, w_2 及び各ヒータ温度調節器の設定温度の値を入力し、中央領域のヒータ温度調節器46bに設定温度 $H_i = H_0$ の信号を出力する。それと共に、その他の領域のヒータ温度調節器に設定温度を出力する。なお、熱処理条件ごとに H_0, w_0, w_2 、各ヒータ設定温度はあらかじめ実験により求めて主コントローラにメモリーさせておく。ウエハの連続供給が開始された時に、⑤ウエハ挿入直前の熱処理室内部温度 w_i を測定する。⑥連続挿入の1回目と2回目の時は、⑦ウエハ挿入中断時間に応じて中央領域のヒータ設定温度 H_i を出力する。⑧連続挿入の3回目

以降では、ウエハ挿入直前の熱処理室内部温度 w_i を2回目挿入直前の値 w_2 に近づけるように、中央領域のヒータ設定温度を $\Delta W = w_2 - w_i$ だけ修正する。⑨ウエハの挿入が中断された時には、⑩中断後3分間は中央領域のヒータ設定温度を $H_0 + 2$ ($^{\circ}\text{C}$)にする。但し、それまでの設定温度 H_{i-1} が $H_0 + 2$ 以下ならば設定温度を H_0 にする。⑪中断後3分以降は中央領域のヒータ設定温度を H_0 とし、その状態でウエハ供給再開を待つ。

第9図の③にてウエハ挿入が中断されて3分間は中央領域のヒータ設定温度を $H_0 + 2$ とするのは、ヒータ設定温度の急変を防止するためである。また、⑩連続挿入にてヒータ設定温度の修正量 ΔW を $0 \sim 1^{\circ}\text{C}$ の範囲とするのは、熱処理室内部温度センサ50がノイズによって異常値を示した時に、修正量を非常に大きくするのを防止するためである。

第9図のヒータ設定温度の制御は中央のヒータ領域4b,4qについてのみ行い、他のヒータ領域4a,4c~4f,4h~4jは一定の設定温度としておく。その理由は、室温のウエハが挿入されることによってヒータの中央領域が冷却されるが、その他のヒータ領域は冷却されないためである。

第10図はウエハ供給機構の主な部品の斜視図であり、熱処理前のウエハを納めたカセット66、取出し治具68、ロード治具70、挿入治具14、アンロード治具72、冷却ポート74、収納治具76、熱処理後のウエハを納めるカセット78、などから構成されている。第10図中の矢印は各治具の移動方向を示す。アンロード治具72はロード治具70と同じ構造であり、挿入治具14に対して左右の反対位置に設けられている。収納治具76は取出し治具68と同じ構造である。

第11図はロード治具70及びアンロード治具72の先端部分の外観図である。ウエハを乗せるための溝80を有する丸棒(石英ガラス製など)によって構成されている。挿入治具14の円板22をさけるため、2枚のウエハは別々に支持されている。

第1図に示すように、取出し治具68の駆動部82、ロード治具70の駆動部84、アンロード治具72の駆動部86、収納治具76の駆動部88などを有し、それらの電源がヒータ電源トランスなどと共に台90の内部に収納されている。

主コントローラ42などの制御機器92は装置前面に表示パネルとスイッチ類の制御盤94を有する。図には示していないが、カセット66,78、冷却ポート74にウエハが存在するかどうかのセンサ、各治具14,68,70,72,76にウエハを保持しているかどうかのセンサを有する。また、各治具68,70,72,76の位置検出センサを有する。挿入治具14にウエハが少し傾斜して乗せられているためカセット66,78、冷却ポート74、各治具68,70,72,76も鉛直状態から少し傾斜している。

第12図に均熱管8の外観図を示す。フタ96と本体98に分かれており、本体98はコーナに丸みをもっている。こ

11

れは強度をもたせるためである。

第1図は高温炉2の下部にて反応管10、均熱管8、ヒータ4、断熱材6をフランジ12に取り付ける部品の詳細断面図である。反応管10は頻繁に洗浄のため取り外すが、取り外しが容易なようにネジ及び止め金具100によってフランジ12に取り付けられている。均熱管8も保守のため高温炉2から取り外せるようになっている。高温炉2の下部はスカベンジャ102に囲まれており、スカベンジャ102が冷却器の働きをすると共に反応管8から吹き出る処理ガス及びゴミを吸い取り、排気系に導びいている。均熱管8とネジ及び止め金具104との間に断熱材（セラミック製など）106が設けられ、放熱量の低減を図っている。

以上のように構成された拡散装置を用いて、ウエハに熱処理を行う場合の動作を次に示す。作業者は熱処理条件（熱処理温度、時間、ガスの種類等）を主コントローラ42に入力する。たとえば1000℃、3分、窒素と入力する。主コントローラ42から熱処理温度コントローラ52に上記条件の信号が伝わり、熱処理温度コントローラ52から各ゾーンごとのヒータ温度調節器46a～46dにヒータ設定温度を与える。中央のヒータ領域のヒータ温度調節器46bには熱処理室内温度が熱処理温度に等しくなるような設定温度が与えられる。下方のヒータ領域4c、4hの設定温度は高温炉2の下方挿入口からの放熱や挿入治具14の影響を打ち消すため、中央のヒータ領域4b、4gと比較して高い温度に設定される。たとえば、中央のヒータ領域4b、4gの設定温度を1000℃とした時、下方のヒータ領域4c、4hの設定温度は1060℃と設定される。上方及び側方のヒータ領域4a、4d、4e、4f、4i、4jの設定温度はウエハ熱処理が均一となるような温度が設定される。たとえば、上方のヒータ領域4a、4fの設定温度を990℃、側方のヒータ領域4d、4e、4i、4jの設定温度を980℃と設定される。この例にて上方及び側方のヒータ設定温度を中央より少し低くした理由は、ウエハ2枚を同時に熱処理室に挿入した場合、ウエハ周辺部は側方からの加熱によってウエハ中央部よりも多く加熱されるため、ウエハを均一に熱処理するには上方及び側方の温度を少し低くする必要があることを考慮したものである。このようなヒータ設定温度にて、熱処理室内温度が定常となった後にウエハ供給を開始する。なお、ウエハ供給が始まるまで、挿入治具14は熱処理室内に収納され予熱されている。

作業者がウエハを入れたカセット66と空のカセット78を装置にセットし、制御盤94より主コントローラ42にウエハ熱処理開始の信号を入力した時、主コントローラ42からの信号が取出し治具68に働き、ウエハを1枚ごとにカセット66から取り出し、ロード治具70に2枚のウエハを運ぶ。次に、主コントローラ42からの信号が上下駆動機構40に伝わり、挿入治具14が高温炉2の下方に移動し、ロード治具70が移動し、2枚のウエハを挿入治具14に乗せる。ウエハを乗せ終わったロード治具70は先端部

12

がひらき、元の位置に移動し、次のウエハが取出し治具68によって乗せられ待機する。

挿入治具14は上方に移動しウエハ16を熱処理室内部に収納する（第2図）。挿入時にウエハ面内に温度分布が生じるのを防止するため、挿入速度はたとえば150mm/s以上に高速にする。挿入時にウエハに伴って外気が熱処理室内に持ち込まれるのを防止するため、主コントローラ42からの信号が制御バルブ60、64に働き、ガスの流量が大きくなる。ウエハ16は熱処理室内に収納され所定時間加熱されるが、熱処理中のガス流量は小さくても十分であるため、主コントローラ42からの信号が制御バルブ60、64に働き、小流量となる。なお、熱処理条件によっては、挿入取出し時と熱処理時とでガスの種類を変える場合もある。たとえば、挿入取出し時に窒素ガス、熱処理時に酸素ガスの場合もある。

熱処理が終了したら、主コントローラの信号によって挿入治具14が下方に移動し、ウエハを高温炉2の冷却器20の間に移動する（第3図）。冷却器20の間にウエハを所定時間冷却した後、挿入治具14がさらに可能に移動しウエハを取り出す。

治具を下方に移動する時にウエハ面内に温度分布が生じるのを防止するため、移動速度は挿入速度と同程度に高速にする。取出時に外気が熱処理室内に持ち込まれるのを防止するため、ガスの流量は小さなままとする（詳細は後述する）。高温炉直下に取り出されたウエハは、挿入治具上にて所定時間冷却された後、アンロード治具72によって取り外され、収納治具76によって冷却ポート74に運ばれ冷却される。その間にロード治具70によって新しいウエハが挿入治具14に乗せられ、上記動作が繰り返される。冷却ポート74にて十分に冷却されたウエハは再び収納治具76によってカセット78に収納される。

冷却時間は、挿入治具14がアンロード、ロード時に冷却され過ぎるのを防止するため、冷却器20の間でのウエハの冷却時間をたとえば10秒、高温炉直下での挿入治具上のウエハの冷却時間をたとえば10秒、アンロードとロード時間をたとえば20秒とする。

新しいウエハが挿入されることに、第9図に示した流れ図に従って中央のヒータ領域の設定温度が変更され、ウエハの熱処理が均一に行われる。ウエハ供給が中断される場合には、ロード治具に新しいウエハが供給されないことをセンサー（図では省略）にて感知し、ウエハを乗せないまま挿入治具が熱処理室内に収納されて待機する。

第9図に示した流れ図に従って、ヒータ設定温度の制御が行われた時の挿入回数ごとの実効熱処理温度と中央領域のヒータ設定温度H_中の変化の実験結果を第14図に示す。実効熱処理温度とはウエハ温度の過渡変化を測定し（測定器として後述する放射温度計を使用。）シリコン基板中を不純物（第14図では砒素）が拡散する速度で重みをつけてウエハ温度を積分し、加熱時間での平均ウエ

ハ温度を求めたものである。参考までに、ヒータ設定温度の制御を行わず一定とした時の実効熱処理温度の変化も第14図に破線で示す。ヒータ設定温度を一定とする場合ウエハ挿入回数ごとに熱処理室内温度が低下し、ウエハの実効熱処理温度低下するが、ヒータ設定温度を制御することにより、ウエハの実効熱処理温度は挿入回数ごとにほぼ一定に保たれる。

第15図は熱処理室内温度Wとウエハ温度Uの時間変化について実験結果を示す。熱処理室温度は低温のウエハが挿入された時に一旦下がり、徐々に高くなる。ウエハ温度は3分程度の加熱では定常にならないことがわかる。

第16図にウエハの冷却特性の実験結果を示す。熱電対をウエハに取り付けて測定したものである。反応管の下部の冷却域で約10秒冷却することによりウエハは約700℃となり、冷却ポートにて約3分冷却することによりウエハは約100℃になる。

本実施例では平板状の冷却器20に2枚のウエハのそれぞれ片面を対面させるため、2枚のウエハを同一速度で急速に冷却することができる。また、高温炉2の炉口の幅が小さいため、高温炉内部の高温空間から外部への放熱量を小さくすることができる。

挿入治具14は高温炉2の出入りに応じて温度変動するが、先端部26や支柱28が薄肉構造であるため、その熱容量が加熱中のウエハ温度分布に与える影響は小さい。

2枚のウエハ16及び円板22がそれぞれすき間を有して並んで高温炉2に挿入された場合、2枚のウエハ16の外側の面はほぼ一様に加熱されるが、内側の面はすき間からの加熱が外周部ほど大きくなる。ところが円板22の外周部34が厚肉となっているため、円板22の中央部36よりも熱容量が大きく温度変化しづらい。その結果、ウエハ16の外周部はすき間からの加熱と円板の熱容量の両方の作用によって、ウエハ中央部とほぼ同じ温度上昇となり、ウエハ面内が均一な温度となる。また、円板22の下部に厚肉部を設けない理由は、下部に挿入治具の先端部26と支柱28があるため、それらが厚肉部と同じ作用をするためである。

数値計算により、室温のウエハを500℃の挿入治具に乗せて高温炉に挿入した際の過渡温度変化を計算した。上記代表例の寸法の円板をはさんだ場合のウエハ面内温度差（外周部と中央部の差）と円板なしの場合のウエハ面内温度差の計算結果を第17図に示す。横軸は過渡時のウエハ外周部の温度である。計算では円板を不透明な石英ガラスとし、高温炉を1000℃の均一温度場とし、ウエハ挿入治具の支柱の影響を無視するなどの近似を行った。円板により過渡時のウエハ面内温度差が約半減することがわかる。

円板22の中央部36と外周部34との厚さの比をさらに大きくすると、ウエハ温度が700℃程度での最大温度差は小さくなるが、1000℃近傍での温度差が大きくなる。

本実施例では反応管10の下方を常に開放しているが、内部のガスが高温で下方に流出しているため、定常状態において外気が反応管10の内部に対流や拡散で侵入することはない。

第18図はガス流量とウエハ挿入・取出し時の外気混入量との関係を示す実験結果である。ガスとして高純度窒素ガスを用い、熱処理室中央の酸素濃度を測定した。熱処理室温度を1000℃とし、挿入・取出し時のウエハ移動速度を200mm/sとし、挿入時の酸素濃度の瞬間最大増加量を実線で示し、取出し時の瞬間最大増加量を破線で示した。

ガス流量を20Nl/分以上にすると挿入時の外気混入量を小さくすることができるが、一方、ガス量を20Nl/分以下にすると取出し時の外気混入量を小さくすることができる。挿入時において、ガス流量が大きいほど外気混入量が小さくなる理由は、ウエハに伴って入り込む外気を吹き飛ばす作用が大きくなるためである。また取出し時において、ガス流量が大きいほど外気混入量が大きくなるのは次のように理由による。ガス流量が大きいほどガスの予熱が不十分となり熱処理室に流入するガス温度が熱処理室温度まで予熱されず熱処理室内に対流が生じる。その状態にてウエハを取り出すと、熱処理室からウエハ及び挿入治具が抜けた体積分だけ炉口から外気を吸い込むが、それが熱処理室内の対流によって熱処理室の奥まで入り込んでしまうためである。

以上のことから挿入時のガス流量を大きくし、熱処理途中及び取出し時のガス流量を小さくすることにより、外気混入量を小さくすることができる。第18図の例ではガス流量を20Nl/分に一定にしておいても、常に外気混入量を小さくできるが、熱処理時及び取出し時のガス流量をさらに小さくすることにより、ガス消費量を低減できる効果がある。熱処理室温度が第18図の例により低温の場合には、ウエハ取出し時の外気混入量の増加する限界が第18図により小さなガス流量に移行するため（第18図の破線が左に移行。）、挿入時と取出し時のガス流量を一定にしたままでは外気混入量を小さくできない。

第19図はウエハ挿入時のウエハ地動速度と外気混入量との関係を示したもので、ウエハ移動速度を150mm/s以下にすると挿入時の外気混入量が大きくなる。

以上の説明ではヒータ温度調節器46a, 46b, 46cとしてPID制御のものを考えたが、フィードフォワード制御等でもよい。

また、処理ガスの流量を大小切り換えるのに、2つの制御バルブ60, 64のON, OFF制御としたが、1つの流量切換器としてもよい。

また、挿入回数ごとに熱処理室温度を測定し、その都度熱処理室温度コントローラ52にて演算処理し、ヒータ温度調節器に出力しているが、あらかじめすべての条件について実験を行い、時間に対するヒータ温度調節器設定温度のデータを取得し、主コントローラにそのデータ

ベースをメモリし、動作状態に応じて演算処理することなしにヒータ設定温度を出力することができる。その場合でも実験時には本発明を使用していることになる。

主コントローラににあらかじめ w_0 と w_1 のデータを入れておくことなしに、連続挿入を行うことに、定常状態の熱処理室内部温度 w_0 と2回目挿入直前の熱処理室内部温度 w_1 を設定し、3回目以降の挿入時におけるヒータ設定温度の演算処理に使用してもよい。

また、ガス供給管54とは別に反応管へ第2のガス供給管を設け、ウエハ挿入時に第2のガス供給管から大流量ガス10を流してもよい。

また熱処理室内部温度センサ50を複数にし、熱処理室内部温度の制御をきめ細かくすると均一性がさらに良くなる。

前記実施例の場合、円板22と支柱部28が分離できるため、保守が容易である。しかし、円板22と支柱部28が一体となってもよい。

また、ウエハ直径と円板直径が等しいため、高温炉の大きさをウエハのみの場合とほぼ同じにできるという利点がある。しかし、円板外径をウエハ直径より少し大きくしてもよい。その場合でも円板厚肉部34の内径はウエハ直径より少し小さくする。

前記実施例では、冷却器20を使用しているが、冷却器なしで外部空間に直接放射冷却させてもよい。

さらに、第20図に示したように、反応管10の下部18に処理ガス配管54を密にはわせ、処理ガスによって冷却域を形成すると共に、処理ガスの予熱を行うことは、経済的である。

さらに、第21図に示したように、高温炉下部にガス吹出口108を設け、反応管10の下部18に冷却ガスを吹きつけて冷却してもよい。

また、熱処理後、ウエハを反応管10の下部18にて冷却する際に、挿入治具14から別の冷却治具（図に示していない）にウエハを移し、挿入治具14は次のウエハを乗せて高温炉2の内部に挿入することにより、熱処理の周期を短くし、生産性を上げることができる。

また、反応管の下部を延ばすことなく、反応管とは別の構造物にて冷却域を外部空気と断しても効果は同じである。

また、高温炉内部に2つ以上の温度域を形成し、熱処理前にウエハを予熱する方式としてもよい。その場合、ガス対流の点から高温の領域ほど上方に形成するのがよい。

また、高温炉の内部にて熱処理中のウエハを回転すれば、さらに均一に加熱することが可能となる。その際、ウエハを円板に取り付け、ウエハを円板と共に回転してもよい。

また、高温炉、ウエハ、機構すべてを大きく傾斜（例えば45度）してもよい。

本発明の他の実施例における熱処理温度コントローラ 50

52の内部における演算処理の流れ図を第22図に示す。本例では、⑤連続挿入の2回目以降からウエハ挿入直前の熱処理内部温度 w_i を定常状態の値 w_0 に近づけるように中央領域のヒータ設定温度を修正するものである。

本発明の他の実施例の拡散装置の高温炉2の縦断面図と制御系を第23図に示す。均熱管8と反応管10との間において、ウエハ挿入位置にプリズム110（石英ガラス製など）が挿入されており、プリズム110の直下に高温炉の外部にミラー112が設けられ、さらに放射温度計114が設けられている。ウエハ16から射出される放射エネルギーはプリズム110、ミラー112によって放射温度計114まで導かれ、熱処理中のウエハ温度を測定できる。放射温度計114のウエハ温度データはウエハ熱処理コントローラ116に送られる。ウエハ熱処理コントローラ116の内部にて後述の演算処理を行い、各ヒータ温度調節器46a, 46b, 46cに対し、設定温度を出力する。

第24図にウエハ熱処理コントローラ116の内部における演算処理の流れ図を示す。本図では、⑤連続挿入の2回目以降から、前回のウエハ取出直前のウエハ温度 u_{i-1} を1回目取出し直前の値 u_1 に近づけるように中央領域のヒータ設定温度を修正するものである。本実施例によればウエハ温度を直接設定してヒータ温度を制御するため、ウエハ熱処理を精度よく均一に行うことができる。

本発明の他の実施例のウエハ熱処理コントローラ116の内部における演算処理の流れ図を第25図に示す。本図では、②ウエハを挿入してから④放射温度計114により連続的にウエハ温度 u_i を測定し、⑤熱処理量 X の計算を行い、⑥目標熱処理 X_{set} に達したら、⑦主コントローラ42にウエハ取出を指示するものである。第25図では熱処理量 X の計算式として酸素原子がシリコンウエハ中を拡散する距離の計算式の例を示したが、熱処理条件に応じて計算式を変えることが望ましい。全ヒータとも挿入回数ごとにヒータ設定温度は変化させない。本実施例によれば、熱処理室温度が変動してもウエハ熱処理を均一にすることができる。

本発明の他の実施例のウエハ挿入治具のウエハ装着部分の縦断面図を第26図～第30図に示す。第26図は円板22の下部にも厚肉部34を設けたものである。第27図は2枚のウエハ16の間にリング板118をはさんだものである。挿入時のウエハ面内温度分布を低減するには、リング板118の厚さをウエハ16の厚さと同程度にするのがよい。

第28図は2枚のウエハ16の間にはさむ円板22を3層積層構造とし、リング板118の両側に円板22をつけたものである。

第29図は2枚のウエハ16の間にはさむ円板22を2層積層構造とし、リング板118と円板22を重ねたものである。

第30図は2枚のウエハ16の間にはさむ円板22の厚さを半径方向に連続的に変えたものである。

本発明の他の実施例のウエハ挿入治具の外観図を第31

図に示す。2枚のウエハの外周にウエハ直径よりも少し大きなリング120を有し、その内側に溝24をもつ丸棒と薄板で形成された先端部26をもつ。リング120の内側とウエハ外径との間隔は10mm以下にするのがよく、リング120の幅はウエハ間隔の3倍程度がよい。本実施例によればウエハ2枚を乗せて挿入治具を高温炉2の内部に挿入する際に、2枚のウエハのすきまから2枚のウエハの内側に放射される熱をリング120がさえぎるため、2枚のウエハとも外側の表面のみの加熱で均一に加熱される。

リング120の表面をサンドブラスト加工等で粗面にしたり、コーティング等で不透明にするとさらに効果が大い。

本発明の他の実施例のウエハ挿入治具のウエハ装着部分の縦断面図を第32図～第34図に示す。第32図はリング120を弧状断面としてウエハ16の外周に設けたものである。

第33図はリング120をV字状断面としてのウエハ16の外周に設けたものである。本実施例ではリング120が外側ほど開いており、ウエハのロード・アンロードが容易である。

第34図はリング120をコ字状断面としてウエハ16の外周に設けたものである。

本発明の他の実施例のウエハ挿入治具の外観図を第35図に、第35図の縦断面図を第36図に示す。2枚のウエハ16の外周部内側にウエハ直径とほぼ等しいリング120を設ける。リング120の断面は円形であり、その直径はウエハ間隔よりも少し小さい。第11図に示したロード治具、アンロード治具によってウエハを乗らせるようにするため、ウエハ下部にはリングを設けない。

第37図はリング120の断面が長方形となったものである。リング120の内径がウエハ直径にほぼ等しい。

尚、第38図、第39図に示すように、円板にリング、あるいはリングとおしを重複させて、ウエハに対する熱伝導をよりきめ細かくすることもできる。

本発明の他の実施例の高温炉の縦断面図を第40図に示す。縦形の円筒形状の高温炉2の内側に円筒形状の均熱管8と角形パイプ状の反応管10が設けられている。反応管10の下部18は高温炉2により下方に延びており、冷却器20に囲まれている。反応管10と均熱管8の間にて高温炉2の下部に放射防止板122が設けられている。本実施例では高温炉2が円筒形状であるため、製作が容易であり強度が強い。放射防止板122により高温炉2の内部の高温空間から冷却器20及び外部への放熱量を小さくすることができる。

本発明の他の実施例の拡散装置の高温炉の縦断面図を第41図に示す。1つの高温炉2の内部に2つの加熱空間があり、それぞれ平行平板状のヒータ4a, 4b, 4cで加熱されている。各加熱空間に2枚のウエハ16が挿入される。上下搬送台30は共通にしている。本実施例によれば同時

に4枚のウエハを熱処理することができる。

本発明の他の実施例の高温炉の縦断面図を第42図に示す。1枚の平板状のヒータ4a, 4b, 4cにより1枚のウエハ16を加熱する高温炉2が3台連結したものである。上下搬送台30は共通にしている。本実施例によれば同時に3枚のウエハを熱処理することができる。

本発明の他の実施例の高温炉の縦断面図を第43図に示す。高温炉2は平行平板状のヒータ4a, 4b, 4cにより形成される。3枚のウエハ16は1枚ごと独立した挿入治具14及び上下搬送台30に乗せられている。高温炉2の内部には常に2枚のウエハ16が挿入される。他の1つの挿入治具はヒータ外部に取り出され、ウエハの乗せ換えを行っている。熱処理が終了した1枚のウエハをヒータ外部に取り出すと共に、新しい1枚のウエハがヒータ内部に挿入される。本実施例によれば、高温炉2を有効に利用することができ、スループットを向上することができる。

これら実施例の作用及び効果を要約すると、作用としては、

(1) 高温炉の内部にて各ウエハの少くとも片面が高温炉の内壁に対向し、高温のヒータがウエハの面方向に複数の区域に分割されて発熱量が制御されているため、過渡時を含めてウエハ全面を均一に熱処理することができる。また2枚のウエハが等しい条件で加熱されるため、2枚のウエハの加熱が同一となる。ウエハの挿入取出しが高速であるため、先に挿入される部分と後から挿入される部分との加熱時間差がほとんど生じない。

また、(2) 反応管の下部の冷却域にて熱処理後の高温のウエハを冷却することにより、反応管内に入れたままでウエハを冷却されることができ、高温のウエハを外気に直接さらすことがない。また、冷却域にて2枚のウエハはいずれもその片面が冷却器あるいは外部に面しているため冷却速度が同一でかつ速い。

また、(3) 2枚をある程度の間隔をおいているため、ウエハを挿入治具に乗せたり取外すのが容易である。ウエハは小さな溝で保持されているため、ウエハと治具との接触面積が小さく、治具接触のために生ずるウエハ不均一熱処理部分を小さくすることができる。2枚のウエハをある程度の間隔をおいているため、そのままではウエハすき間から内側への加熱はウエハ周辺部ほど大きくなるが、ウエハ間に周辺が厚い円板をはさむことにより、円板の熱容量によってウエハ周辺部と中心部との温度上昇速度を等しくすることができる。

また、(4) ウエハ挿入回数ごとに熱処理室内温度を一定とするようにヒータ発熱部温度を制御することにより、ウエハ挿入回数ごとのウエハ熱処理を均一にすることができる。また、ウエハ供給が中断した時にはヒータ発熱部温度を所定値に戻すことによって熱処理室内温度が定常値に戻すことができる。

また、(5) ウエハ挿入時のガス供給量を大きくする

ことにより、ウエハに伴って入り込む外気を吹き飛ばすための外気混入を小さくすることができる。一方ウエハの取出時のガス供給量を小さくすることにより、熱処理室内部の対流が防止でき外気混入を小さくできる。

また、これらの実施例によれば、次のような効果を奏することができる。

(1) 高温炉を用いて2枚のウエハを同時に熱処理する際に、2枚のウエハが等しく加熱され、ウエハ面方向にヒータ発熱量を制御するため、過渡時も含めてウエハ面内を均一温度に保つことができ、均一な短時間熱処理が可能となる。

(2) 熱処理の終了した高温ウエハを外気に直接さらすことなく均一に冷却するので、ウエハが汚染されることなく、熱処理の歩留りが向上する。

(3) 2枚のウエハを乗せたり取外したりが容易となる。また半径方向に厚さの異なる円板をウエハ間にはさむことにより、過渡時のウエハ面内温度分布が低減し、熱応力欠陥が発生することなく、均一な短時間熱処理が可能となる。第1図に示した例では、挿入時のウエハ面内温度差を第1/2に低減でき、熱処理の歩留りが向上する。

(4) ウエハ挿入回数ごとにウエハ熱処理量を均一にすることができる。たとえば第14図に示した例では、本発明を用いないし10回目の挿入までに実効熱処理温度が4℃低下するが、本実施例を用いることにより2℃以内の温度のばらつきにすることができる。

(5) 挿入取出し時を含めて常に外気混入量を小さくすることができるので、反応管内にゴミを含んだ酸素を持ち込むことがなく、熱処理の歩留りが向上する。

【発明の効果】

本発明によれば、半導体ウエハを高速短時間に均一加熱が可能であり、外気にさらすことなく急速な均一冷却が可能となるので、高品質で高効率な半導体の熱処理装置及び熱処理方法を得ることができる。

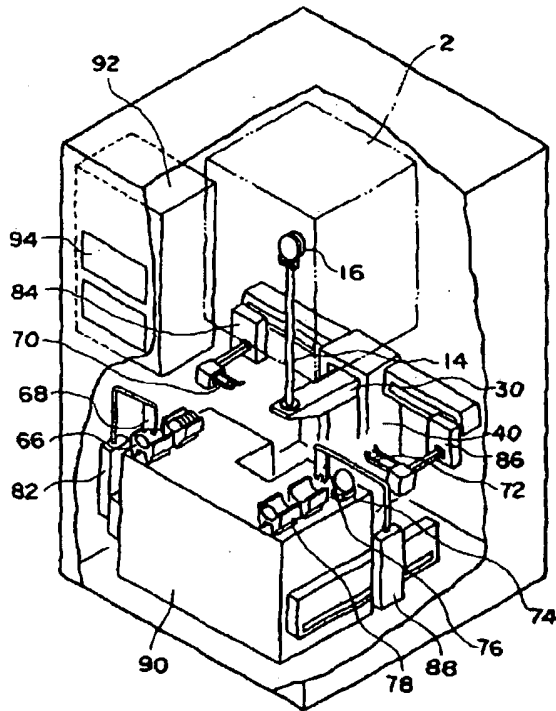
【図面の簡単な説明】

第1図は本発明の一実施例の拡散装置の全体構成図、第2図は高温炉の縦断面図と温度制御系、第3図は高温炉の縦断面図、第4図はウエハ挿入治具の外観図、第5図は第4図の縦断面図、第6図は第2図に直角方向の断面における高温炉の縦断面図と制御系、第7図は反応管の外観図、第8図はヒータ分割を示す高温炉の透視図、第9図は熱処理室温度コントローラの演算処理の流れ図、第10図はウエハ供給機構の主な部品の斜視図、第11図はロード治具及びアンロード治具の先端部の外観図、第12

図は均熱管の外観図、第13図は高温炉下部の部品取り付け方法を示す縦断面図、第14図は挿入回数ごとの実効熱処理温度、ヒータ設定温度の変化を示す実験結果を示すグラフ、第15図は熱処理室内温度、ウエハ温度の時間変化を示す実験結果を示すグラフ、第16図はウエハ冷却特性の実験結果を示すグラフ、第17図はウエハ面内温度差の計算結果を示すグラフ、第18図はガス流量と外気混入量との関係を示す実験結果を示すグラフ、第19図はウエハ挿入速度と外気混入量との関係を示す実験結果を示すグラフ、第20図は本発明の他の実施例の反応管の外観図、第21図は本発明の他の実施例の高温炉の縦断面図、第22図は本発明の他の実施例の熱処理温度コントローラの演算処理の流れ図、第23図は本発明の他の実施例の拡散装置の高温炉の縦断面図と制御系、第24図及び第25図は本発明の他の実施例のウエハ熱処理コントローラの演算処理の流れ図、第26図ないし第30図は本発明の他の実施例のウエハ挿入治具のウエハ装着部分の縦断面図、第31図は本発明の他の実施例のウエハ挿入治具の外観図、第32図から第34図は本発明の他の実施例のウエハ挿入治具のウエハ装着部分の縦断面図、第35図は本発明の他の実施例のウエハ挿入治具の外観図、第36図は第35図の縦断面図、第37図ないし第39図は本発明の他の実施例のウエハ挿入治具の縦断面図、第40図ないし第43図は本発明の他の実施例の高温炉の縦断面図である。

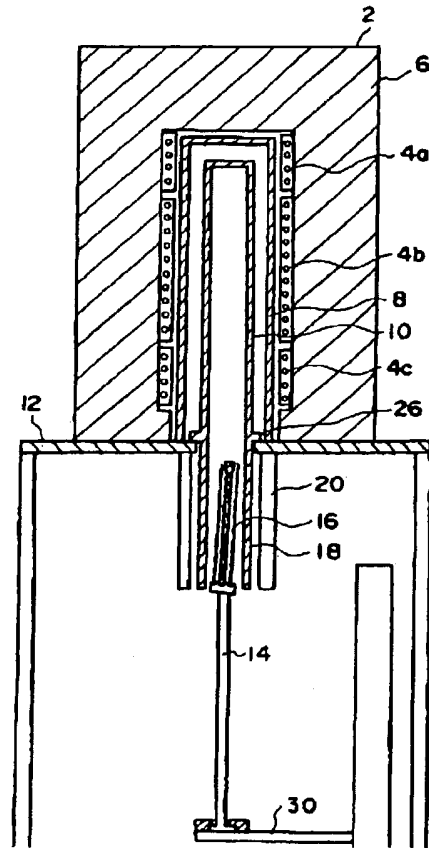
2……高温炉、4a~4j……ヒータ、6……断熱材、8……均熱管、10……反応管、12……フランジ、14……ウエハ挿入治具、16……ウエハ、18……反応管の下部、21……冷却器、22……円板、24……溝、26……先端部、28……支柱、30……上下搬送台、32……フランジ、34……周辺部、36……中央部、38……通気穴、40……上下駆動機構、42……主コントローラ、44a~44d……発熱部温度測定センサ、46a~46d……ヒータ温度調節器、48a~48d……ヒータ電源、50……熱処理室内温度センサ、52……熱処理室温度コントローラ、54a,54b……ガス供給管、56……ガス源、58……小流量配管系、60……制御バルブ、66……カセット、68……取出し治具、70……ロード治具、72……アンロード治具、74……冷却ポート、76……収納治具、78……カセット、80……溝、82~88……駆動部、90……台、92……制御機器、94……制御盤、96……フタ、98……本体、100,104……ネジ及び止め金具、102……スカベンジャ、106……断熱材、108……ガス吹出口、110……プリズム、112……ミラー、114……放射温度計、116……ウエハ熱処理コントローラ、118……リング板、120……リング、122……放射防止板。

【第1図】



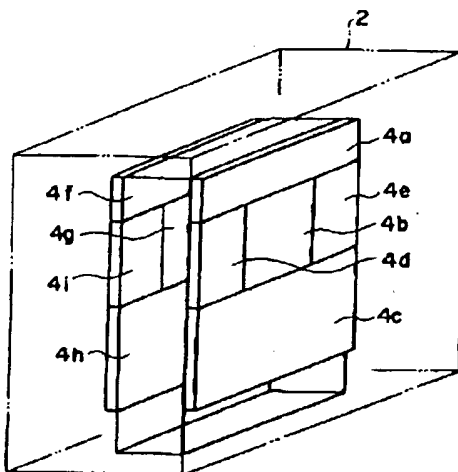
- | | | |
|--------------|-------------|------------|
| 2: 高温炉 | 68: 取出し器具 | 82-88: 駆動部 |
| 14: ウェハ挿入器具 | 70: ロッド器具 | 90: 台 |
| 16: 単集体ウェハ | 72: アッロード器具 | 92: 制御盤 |
| 30: 上下搬送台 | 74: 冷却水 | 94: 制御盤 |
| 40: 上下駆動機構 | 76: 収納器具 | |
| 66, 78: カセット | | |

【第3図】

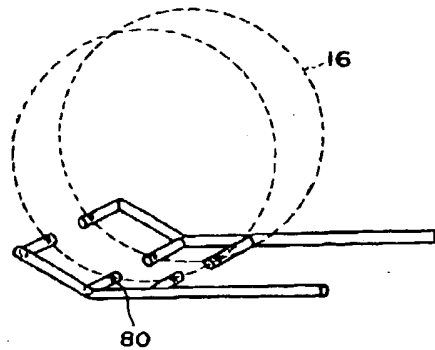


26: 先端部

【第8図】

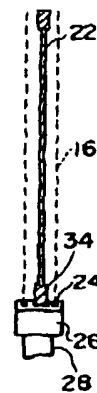


【第11図】

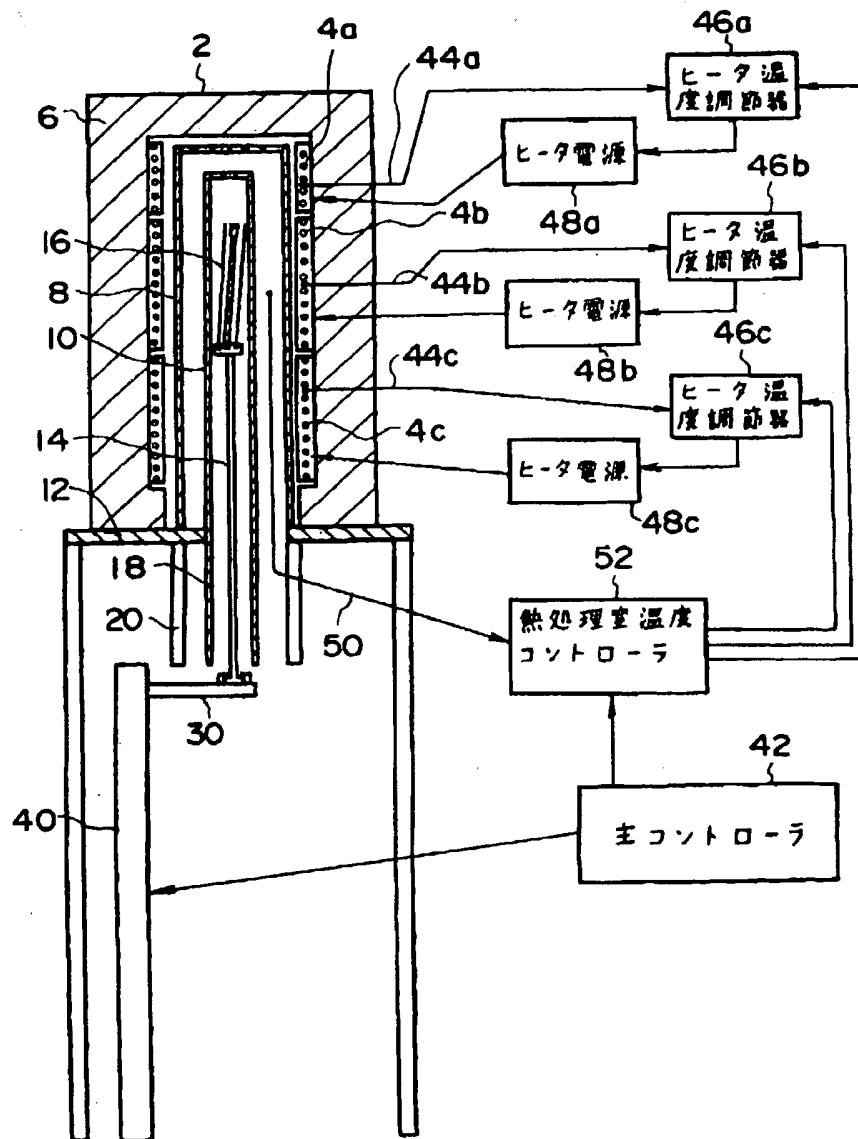


80: 溝

【第26図】



【第2図】



4a~4e : ヒータ

6 : 断熱材

8 : 均熱管

10 : 反応管

12 : フランジ

18 : 反応管下部

20 : 冷却器

42 : 主コントローラ

44a~44c : 発熱部温度測定センサ

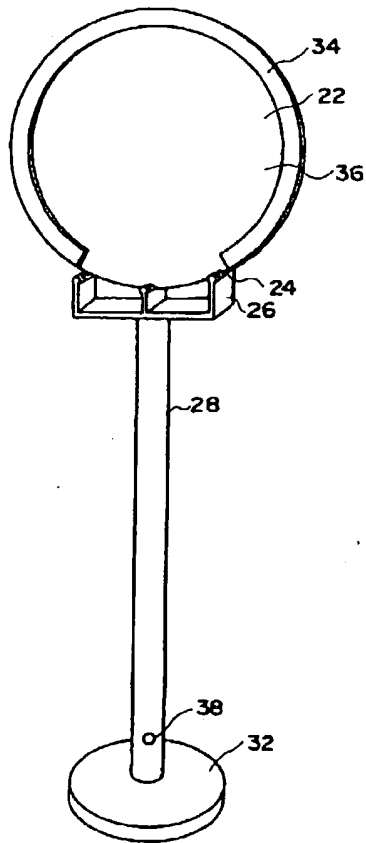
46a~46c : ヒータ温度調節器

48a~48c : ヒータ電源

50 : 熱処理室内温度センサ

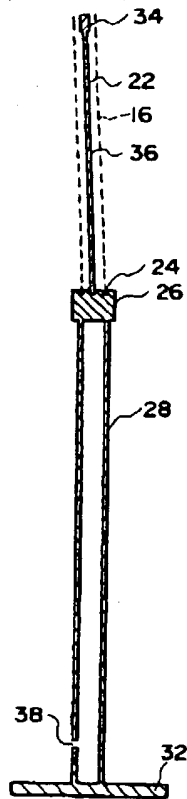
52 : 熱処理温度コントローラ

【第4図】

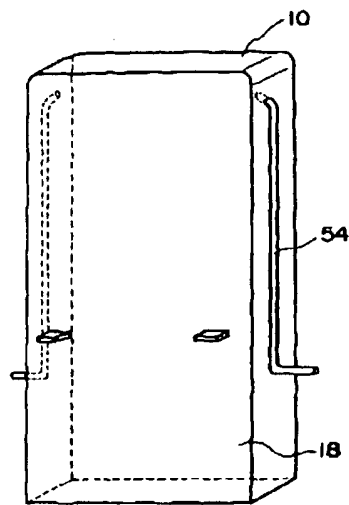


22:円板
24:溝
28:支柱
32:フランジ
34:周辺部
36:中央部
38:通気穴

【第5図】



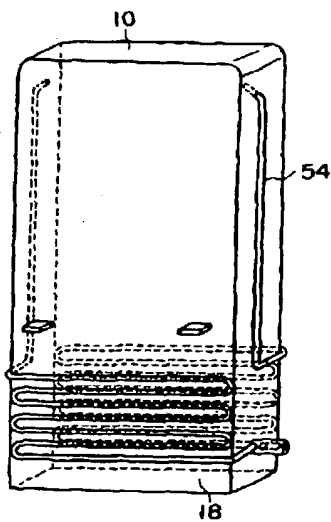
【第7図】



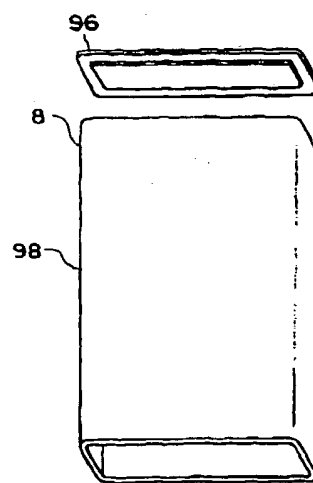
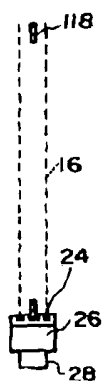
54:ガス供給管

【第12図】

【第20図】

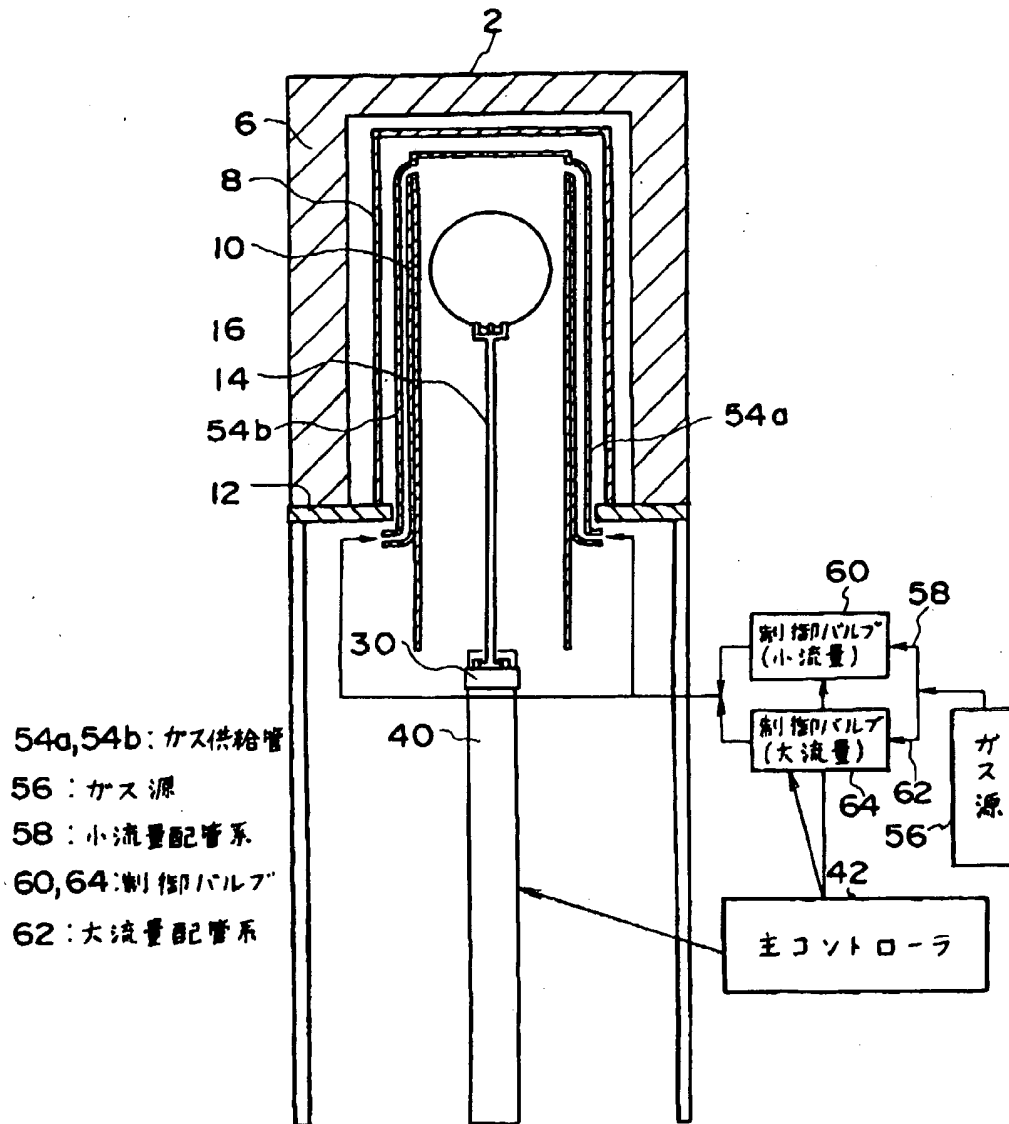


【第27図】

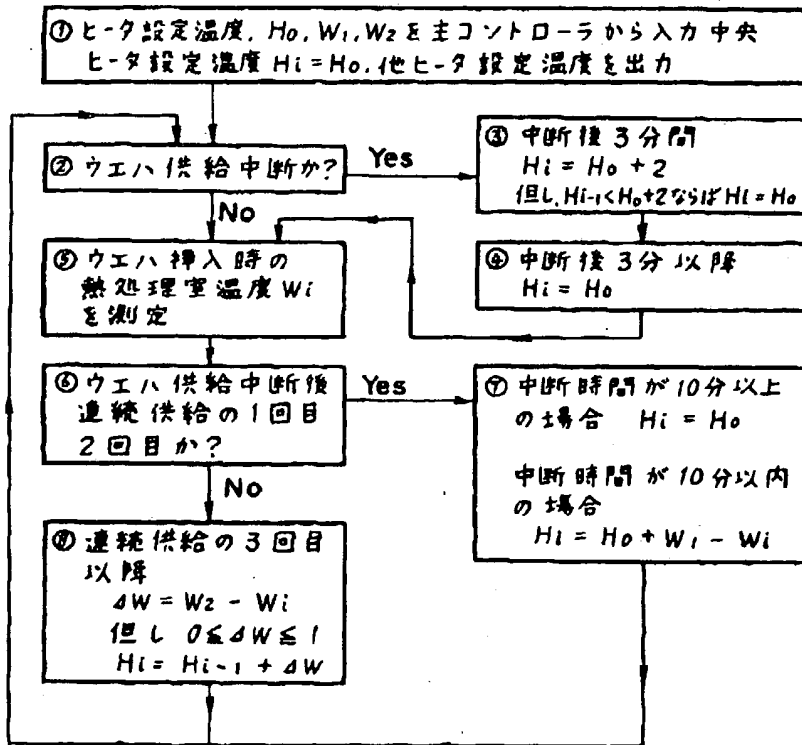


96:77
98:本体
100,104:ネジ及び止の金具
102:スキャベンジャー
106:断熱材

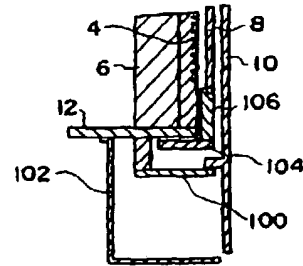
【第6図】



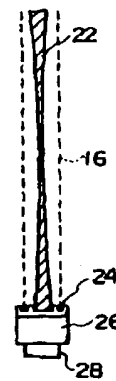
【第9図】



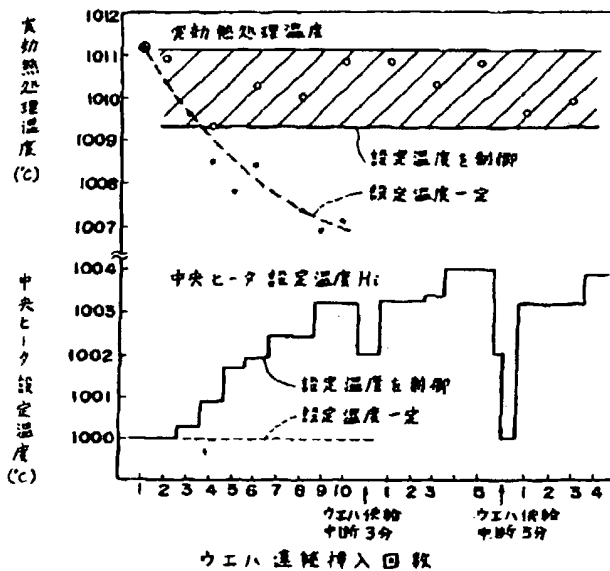
【第13図】



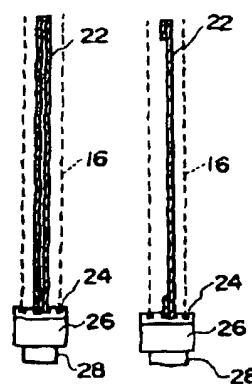
【第30図】



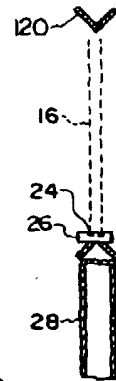
【第14図】



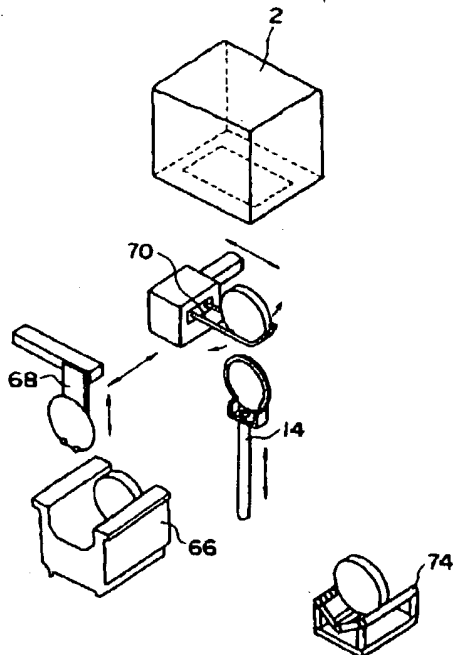
【第28図】 【第29図】



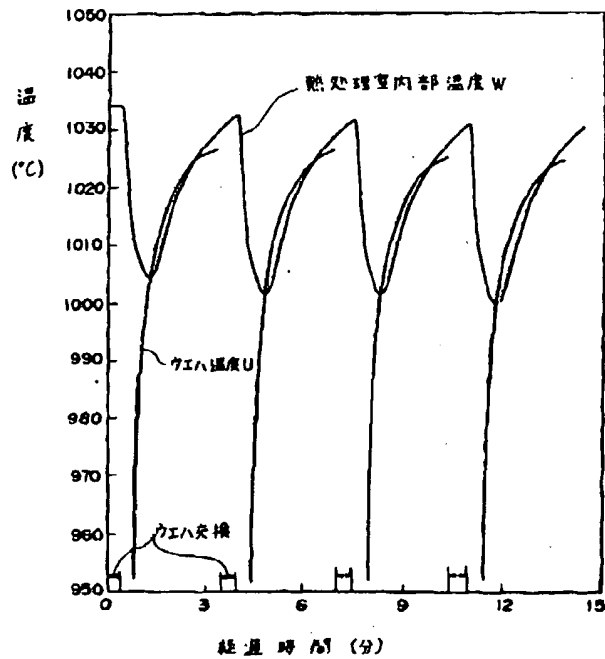
【第33図】



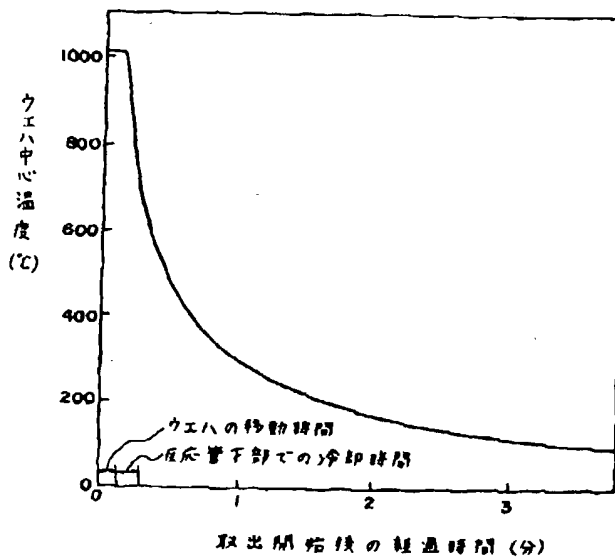
【第10図】



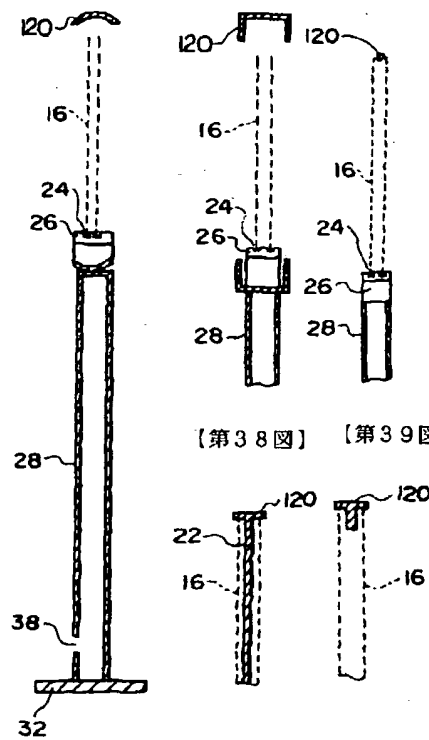
【第15図】



【第16図】

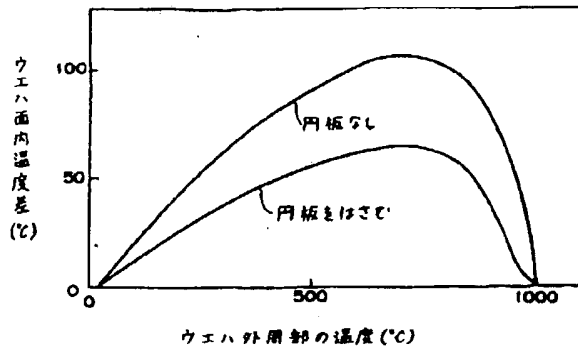


【第32図】 【第34図】 【第36図】

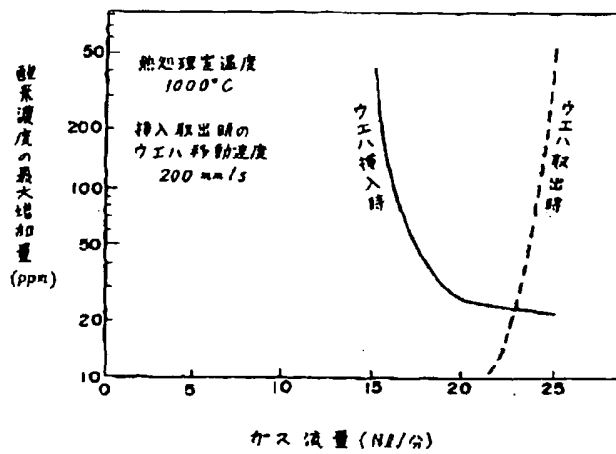


【第38図】 【第39図】

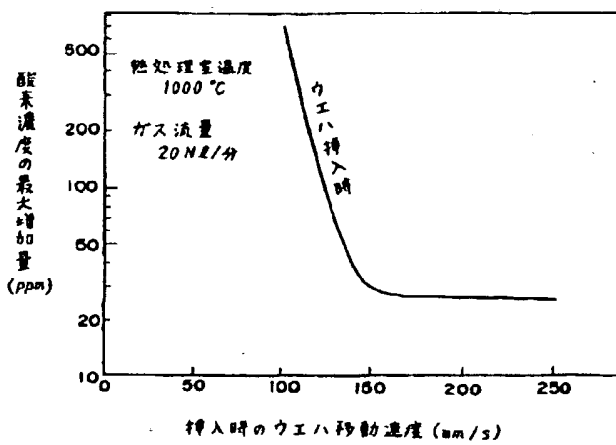
【第17図】



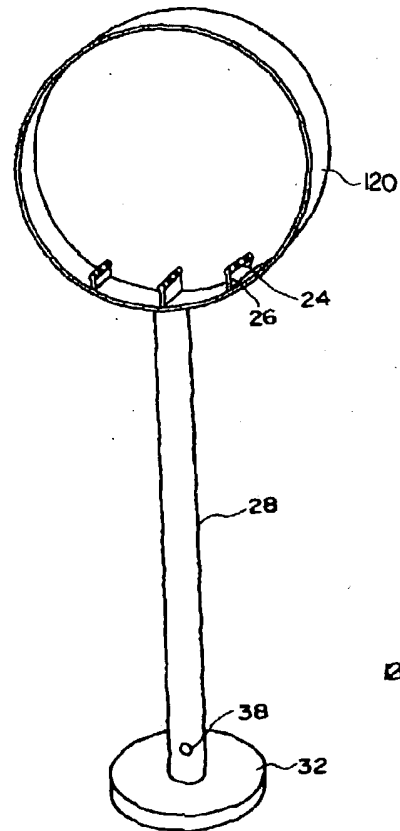
【第18図】



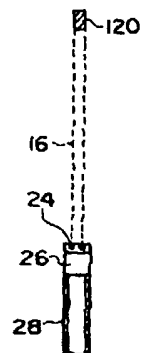
【第19図】



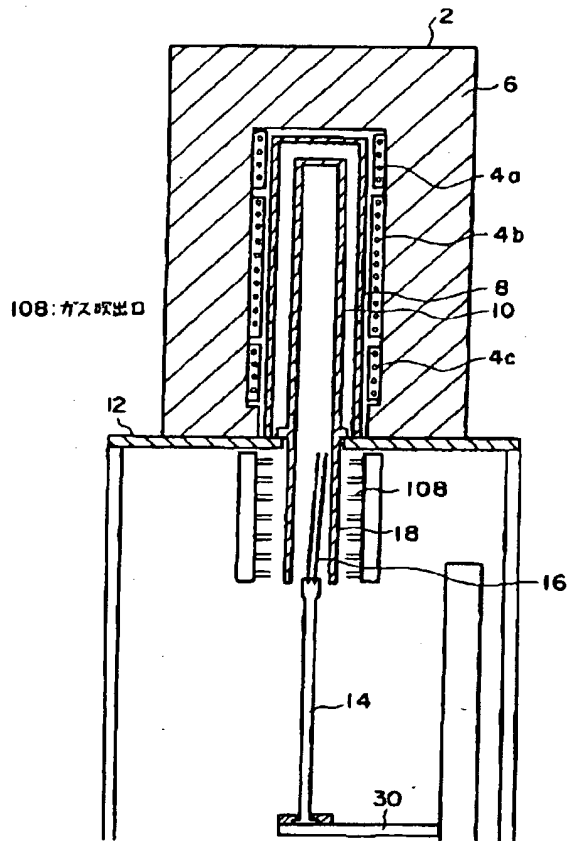
【第31図】



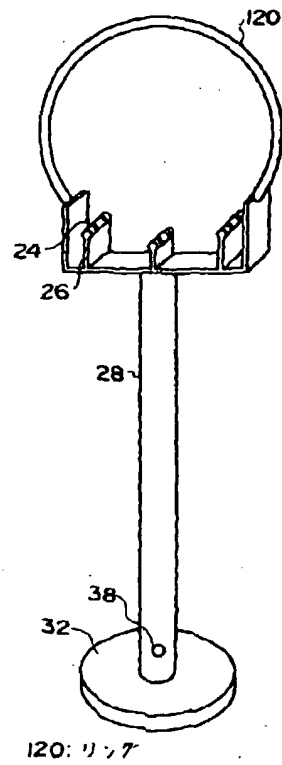
【第37図】



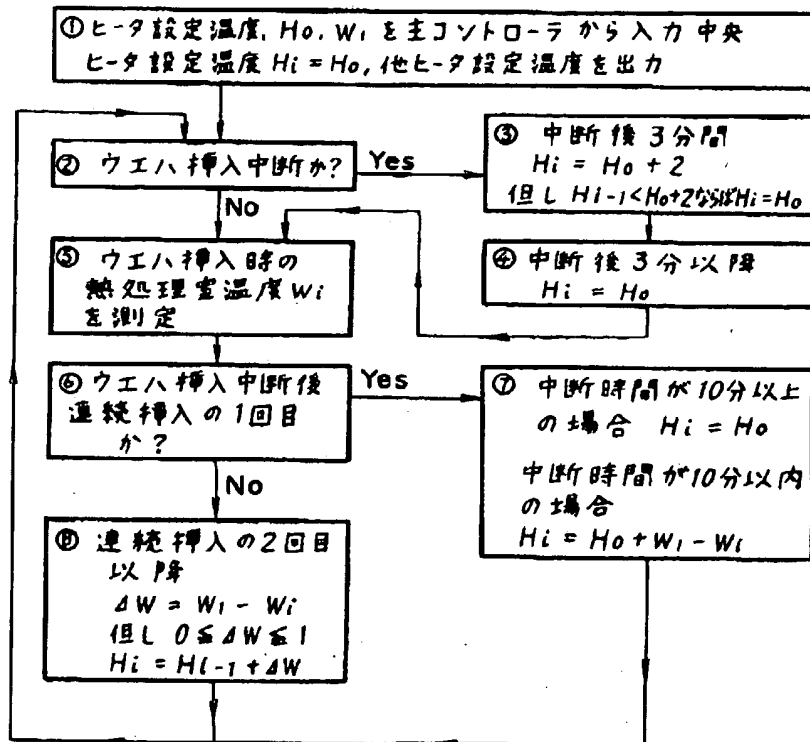
【第21図】



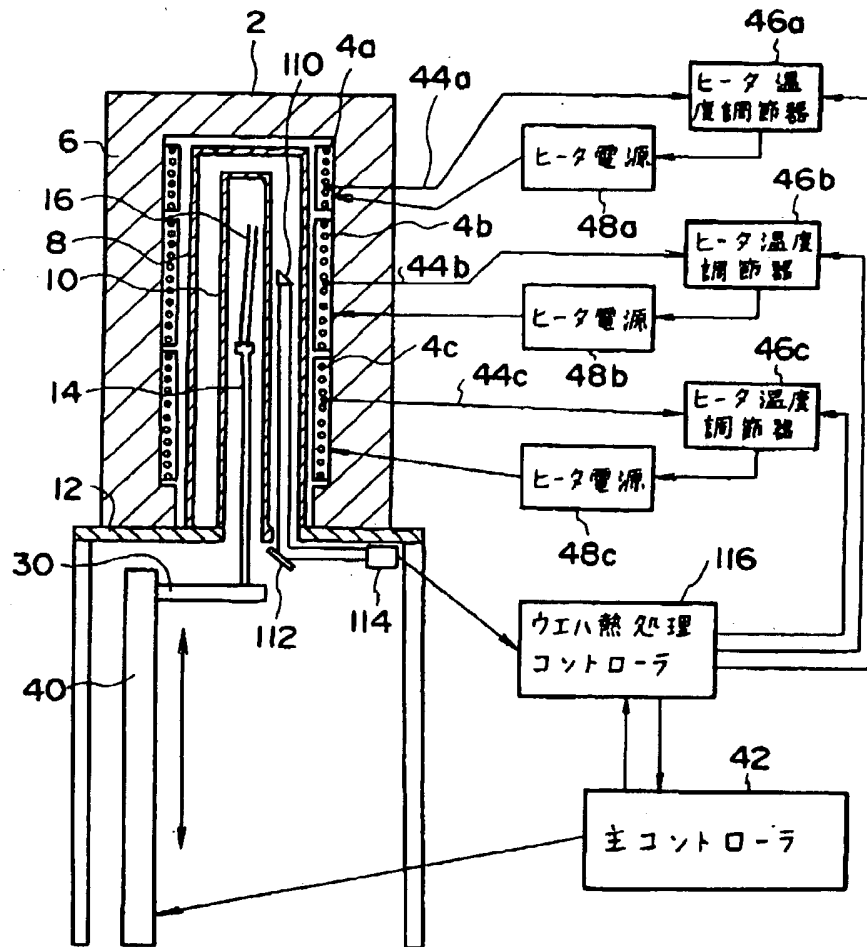
【第35図】



【第22図】



【第23図】



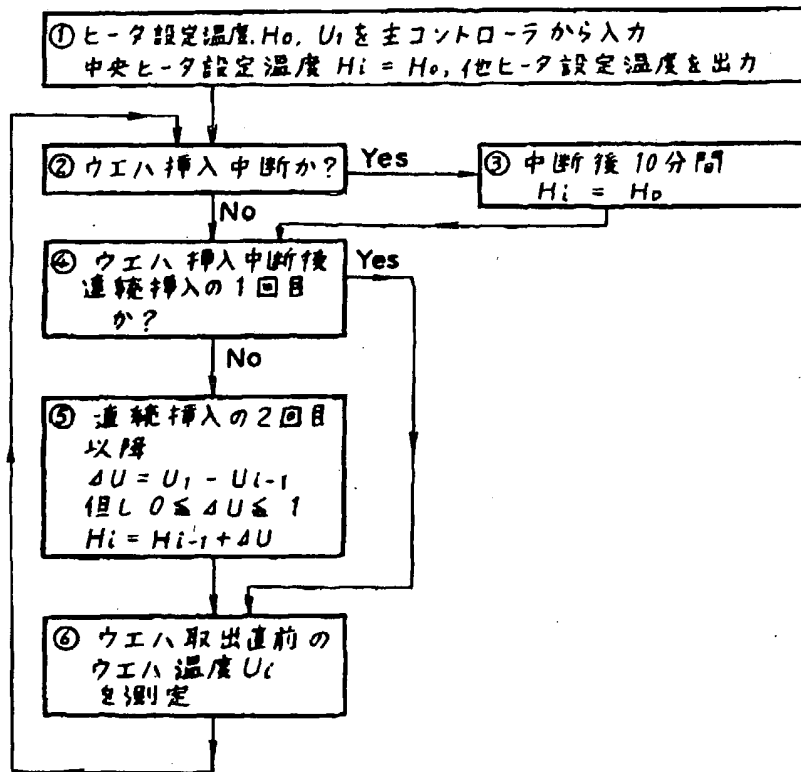
110:プリズム

112:ミラー

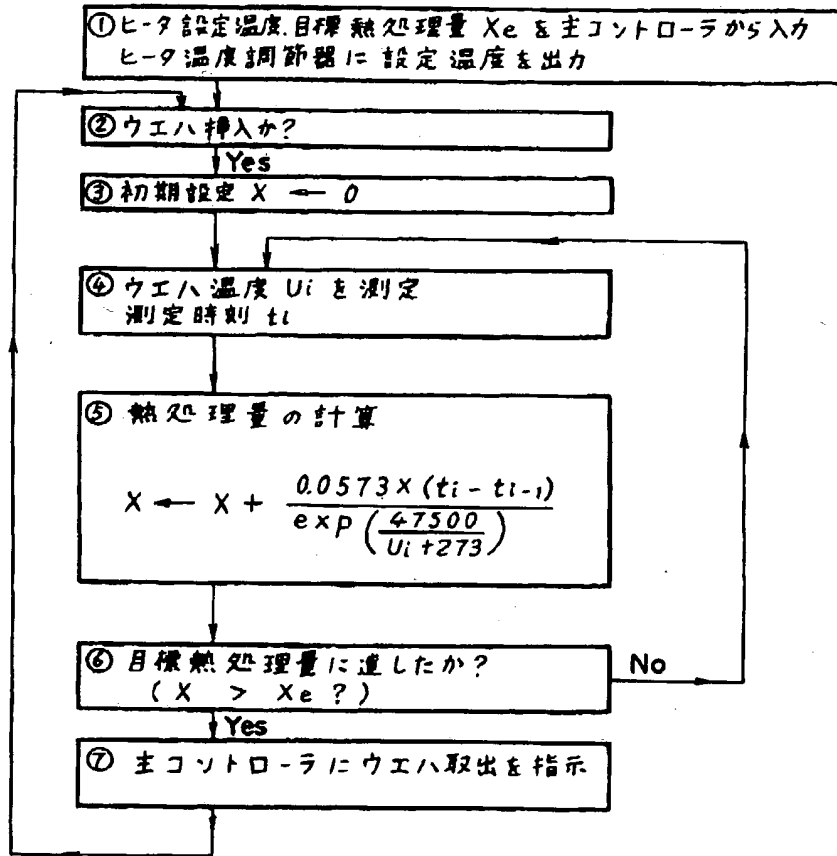
114:放射温度計

116:ウェハ熱処理コントローラ

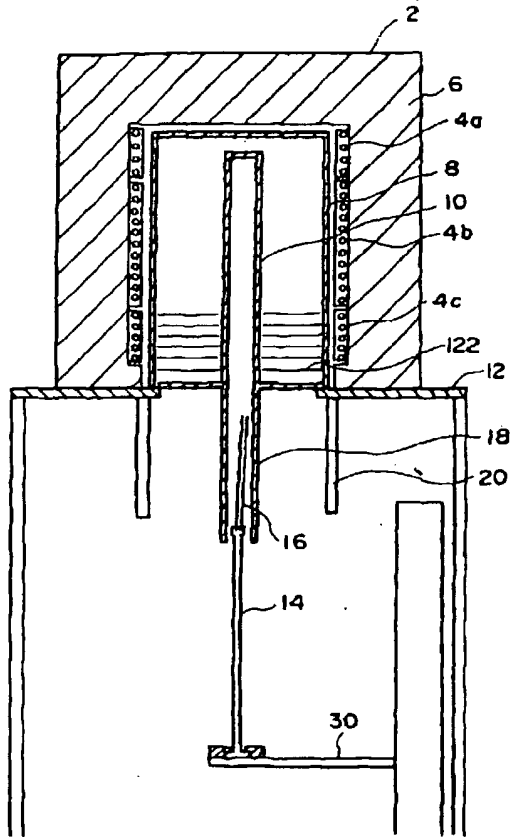
【第24図】



【第25図】

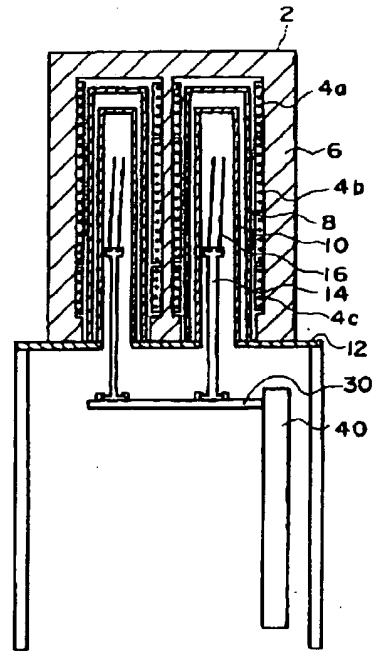


【第40図】

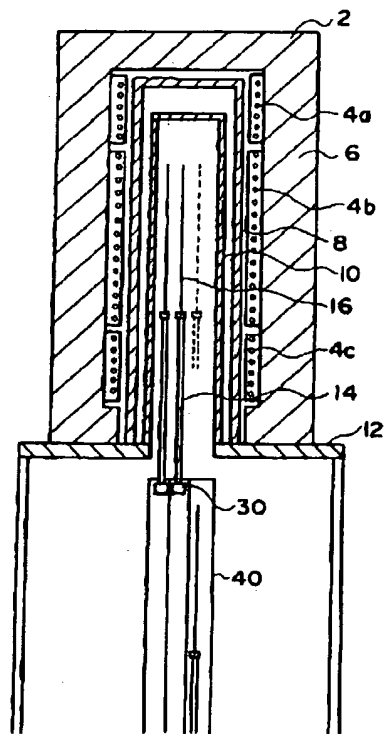


122: 放射防止板

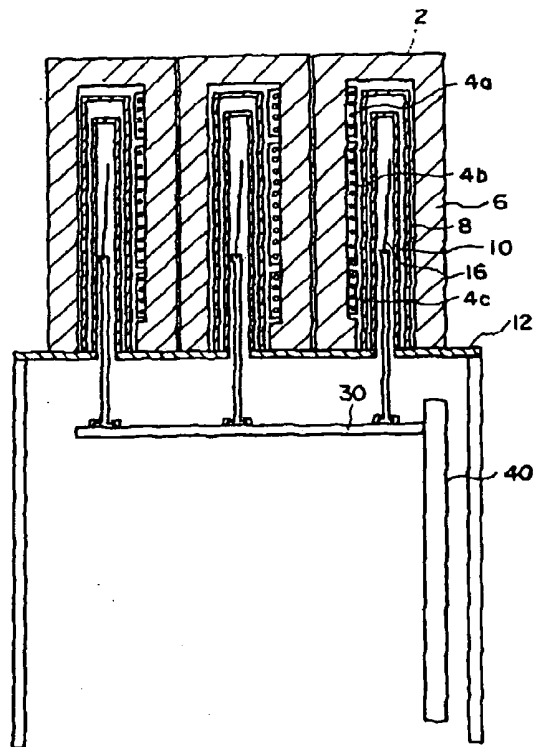
【第41図】



【第43図】



【第42図】



フロントページの続き

(72)発明者 渡辺 智司
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 本間 和男
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 酒井 昭彦
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 内野 敏幸
東京都小平市上水本町1450番地 株式会社日立製作所武蔵工場内

(72)発明者 高垣 哲也
東京都小平市上水本町1450番地 株式会社日立製作所武蔵工場内

(72)発明者 長友 宏人
東京都小平市上水本町1450番地 株式会社日立製作所武蔵工場内

(56)参考文献 特開 平1-71119 (J P, A)

特開 昭62-293622 (J P, A)

実開 昭60-85836 (J P, U)